Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. J. Münch.

Untersuchungen von Zahnwurzeln nach Zahl und Art der Verästelungen der Pulpa.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde
in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Otto Rosenthal
Zahnarzt

aus

Dingelstädt (Eichsfeld)

Würzburg 1938

Buchdruckerei Georg Graßer, vormals Franz Staudenraus.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

Referent:
Professor Dr. J. Münch

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in dankbarer Verehrung gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549822_0071

Die genaue Kenntnis der topographisch-anatomischen Verhältnisse der Wurzelspitze und der Wurzelkanäle ist für den Zahnarzt von besonderer Wichtigkeit. Das gilt in gleicher Weise für die konservierende als auch für die chirurgische Behandlung wurzelkranker Zähne. Erst als man begonnen hatte, die anatomischen Verhältnisse der Wurzelkanäle näher zu erforschen, waren die wissenschaftlichen Grundlagen der Wurzelbehandlung gegeben. Die vielen Schwierigkeiten und Mißerfolge, die bei den Wurzelbehandlungen sich oft ergeben, zwingen immer wieder dazu, sich mit dem komplizierten Bau der Wurzelkanäle näher zu beschäftigen. Und gerade heute, wo man weiß, daß die krankhaften Prozesse, die an mangelhaft wurzelbehandelten Zähnen auftreten, für den gesamten Organismus eine große Gefahr bedeuten, und sehr häufig die Ursache von vielen Krankheiten sein können, muß man eine möglichst exakte Wurzelfüllung anfertigen, sodaß solche Prozesse an der Wurzelspitze nicht auftreten können. Die Durchführung einer einwandfreien Wurzelfüllung ist aber nur möglich bei genauester Kenntnis der Anatomie der Wurzelkanäle.

Vorliegende Arbeit soll nun mit zur Klärung der wichtigen Wurzelkanalverhältnisse beitragen. Bevor ich zu meinen eigenen Untersuchungen übergehe, möchte ich noch einen Überblick über die bisherige Literatur wiedergeben.

In der Literatur vor 1874 findet man noch keine Angaben über die spezielle Anatomie der Wurzelkanäle. Man hatte sich vorerst darauf beschränkt die äussere Form der Wurzeln und ihre topographische Anatomie zu beschreiben. Aber schon *Witzel 1874* machte darauf aufmerksam, daß es in vielen Fällen, besonders bei Molaren unmöglich wäre, alle Wurzelkanäle für unsere Instrumente zugänglich zu machen. Die Veröffentlichung seiner Amputationsmethode gab dann den Anlaß zur Erforschung der Wurzelkanalverhältnisse. Es trat die Frage der Pulpaamputation und Exstirpation immer mehr in den Vordergrund. Die Anhänger der Amputationsmethode waren der Ansicht, daß Verästelungen einer Wurzelspitze fast regelmäßig zu finden seien, und daß man nie die Pulpa restlos entfernen könne. Die Anhänger der Exstirpationsmethode empfehlen regelmäßig die Entfernung der Pulpa aus wurzelkranken Zähnen, weil sie die Verästelung nur als Ausnahme ansehen. An einzelnen Arbeiten suchen sie die Richtigkeit ihrer Ansichten zu beweisen.

Mühlreiter 1891 war der erste, der sich in seinem Werke „Anatomie des menschlichen Gebisses" mit der Anatomie der Wurzelkanäle befasste und einzelne Beobachtungen machte. So

findet er sehr komplizierte Wurzelkanalverhältnisse bei den Molaren vor. Die ersten Prämolaren haben nach seiner Ansicht immer zwei Kanäle. Dagegen zeigt der zweite Prämolar fast immer einen Kanal, der öfters flach gedrückt ist und sich auch zuweilen an der Wurzelspitze gabelt. Ferner stellt er fest, daß sich der Wurzelkanal unterer Schneidezähne manchmal, besonders bei sehr tiefer Einfurchung der Berührungsflächen in zwei separate Kanäle spaltet.

Miller 1894 macht in seinem Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde auf die Wichtigkeit der Kenntnis des Verlaufes der Wurzelkanäle aufmerksam. An Hand von angefertigten Zahnschliffen zeigt er die Form, Lage und Größenverhältnisse der Pulpahöhle und der Wurzelkanäle. Einige Querschliffe an unteren Molaren in verschiedenen Ebenen vom Zahnhals bis zur Wurzelspitze lassen den Unterschied zwischen dem Kanal der mesialen und dem der distalen deutlich erkennen. An der mesialen Wurzel findet er gewöhnlich zwei mit einem Spalt verbundene äusserst enge Kanäle vor, deren Eingänge schwer sichtbar, durch Verkalkungen verengt, oder gänzlich verstopft sind. Ähnliche Fälle findet er oft bei den disto-buccalen Wurzeln der oberen Molaren. Eine gründliche Reinigung der Kanäle ist also nach seiner Ansicht in vielen Fällen unmöglich.

Als erste wichtige Arbeit, in der dieses Gebiet genau untersucht und beschrieben ist, kann diejenige von *Preiswerk* „Herstellung von Korrosionspräparaten der Wurzelkanäle mit leicht fließendem Metall" gelten. Die Methode seiner Untersuchungen waren folgende: Zähne mit freigelegter Pulpa wurden bei 30° C soweit mazeriert, bis eine genügende Zerstörung des Pulpengewebes gewährleistet war. Nach guter Trocknung wurden sie mit Fließpapier umwickelt und in Gips eingebettet. Hierauf wurde ein 10 bis 12 cm hoher spitzer Trichter aus Karton geklebt und in dem Kronenpulparaum befestigt. Das ganze wurde vorsichtigt erwärmt, bis ein kleines Stückchen Wood-Metall in dem Trichter anfing zu schmelzen; unter Beibehaltung der Schmelztemperatur wurde der Trichter mit flüssigem Metall vollständig ausgefüllt. Die eigene Schwere der 10—12 cm hohen Säule sollte das Metall in den Hohlraum des Zahnes rücken; durch vorsichtiges Aufstoßen des ganzen Präparates konnte der Vorgang wesentlich unterstützt werden. Nach vollkommener Abkühlung kamen die Zähne 3—4 Wochen in eine 20% ige Kalilauge, wodurch das Zahnbein von dem Metall abgelöst werden sollte. Preiswerk fand bei seinen Untersuchungen vielfach Teilungen und Anastomosen der Wurzelkanäle, von denen vorher noch wenig oder gar nichts bekannt war. Selbst einwurzelige Zähne zeigten diese Divergenzen und Anastomosen der Wurzelkanäle. Besonders bei den Prämolaren waren diese Verästelungen zu finden. Auch Preiswerk ist der Ansicht, daß man durchaus nicht imstande ist, Wurzelkanäle

ganz zu entleeren, was seine Präparate deutlich beweisen würden. Seine Resultate wurden sehr oft angezweifelt, gaben aber Anregungen für spätere Forschungen.

Port 1905 untersuchte 572 Molaren und 53 zweite Prämolaren, indem er die Zähne in der Mitte durchschnitt und die einzelnen Kanäle sondierte. Er kommt zu dem Ergebnis, daß der erste untere Molar der höchst differenzierte ist. Als Grundform nimmt er für ihn 4 Kanäle an. Der zweite Molar zeigt schon eine geringere Differenzierung, bei ihm findet er viel weniger Übergänge von 3 zu 4 Kanälen. Die geringste Differenzierung zeigt der Weisheitszahn mit meistens 2 bis 3 Kanälen. Bei der Untersuchung von 53 zweiten Prämolaren findet er in 26 Fällen einen Wurzelkanal, der sich in 7 Fällen an der äussersten Wurzelspitze in feine Kanälchen gabelte. In 11 Fällen waren zwei Kanäle vorhanden, welche sich an der Wurzelspitze wieder vereinigten. Port stellt also ebenfalls den komplizierten Bau der Wurzelkanäle fest und seine Untersuchungen der zweiten oberen Prämolaren haben ergeben, daß man in der Hälfte der Fälle mit zwei komplizierten Kanälen zu rechnen hat.

Fischer 1907 stellt als erster größere Untersuchungen an. Er füllt nach gründlicher Maceration 700 Zähne mit einer Zelluloidlösung, bestehend aus 1 Volumenteil Zelluloid und 8 Volumenteil Aceton pur. Seine Korrosionspräparate bestätigen die Angaben von Preiswerk. Er beschäftigt sich eingehend mit den Ramifikationen an verschiedenen Zahngattungen und teilt sie ein in

1. einfache Äste und Zweige, Seitenfiederchen,
2. Querbrückensysteme,
3. inselartige Aussparungen im Gewebe.

An Hand von selbst angefertigten histologischen Serienschnitten konnte er ebenfalls mikroskopisch feine Verzweigungen am Foramen apicale, Gewebskanäle, die durch das Dentin nach der Wurzelhaut darstellen, nachweisen. Nach seiner Ansicht kommt für die medialen Wurzeln unterer und die buccalen Wurzeln oberer Molaren wegen des komplizierten Verlaufes der Kanäle die Exstirpationsmethode nicht in Frage. Weiter stellt Fischer die Einwirkung physiologischer und pathologischer Einflüsse bei der Bildung der Wurzelkanäle und deren apikalen Verzweigungen fest und zeigt an Hand seiner makro- und mikroskopischen Präparate die Differenzierung der Anatomie der Wurzelkanäle durch feine Verästelungen, Querbrücken und Aussparungen im Gewebe.

Im Jahre 1909 beschäftigte sich *Loos* mit der genauen Anatomie der Pulpahöhle, indem er durch die verschiedenen Ebenen des Zahnes Schliffe anlegte. Die Anatomie der Wurzelkanäle erwähnte er nur kurz.

Versuche, die *Möller* 1914 in seiner Studie „Experimentelle Beiträge zu den modernen Wurzelfüllungsmethoden" mit den üblichen Hilfsmitteln über die Durchgängigkeit der Wurzelkanäle an extrahierten Zähnen unternommen hat, führten zu folgendem Resultat: Von 146 Zähnen mit 288 Wurzelkanälen waren 59 Zähne, also 40,5%, vollkommen durchgängig, während der Rest, also 87 Zähne ca. 60% selbst nach Erweiterung mit Königswasser nicht passierbar waren. Von 228 Kanälen konnten 156 nicht durchgängig gemacht werden. Auch Möller hält eine vollständige Entfernung der Pulpa für unmöglich.

Adloff 1915, der mit Hilfe der Spalteholz'schen Methode durch Aufhellung von undurchsichtigen Präparaten den Wert der verschiedenen Wurzelfüllungen feststellen wollte, war der erste, der den Versuch machte, die Pulpa in Beziehung zum ganzen Zahn zu betrachten. Er konnte dabei die feinen Verzweigungen an der Wurzelspitze nicht feststellen. Der Verlauf der Methode war folgender: Die Zähne wurden in Wasserstoffsuperoxyd gebleicht, nach gründlicher Entkalkung in Zedernöl aufgehellt und zur Aufbewahrung in Kanadabalsam eingebettet. Ausgegossen waren sie nach der Methode von Preiswerk. Um den Zahn jedoch nicht erhitzen zu müssen, wurde das erhitzte Metall mit Hilfe einer Schleuder in die kalte Form getrieben. Ähnlich wie Adloff, stellten *Fasoli* und *Arlotta* ein Jahr nach ihm Untersuchungen an. Sie füllten im Gegensatz zu ihm die Zähne nach gründlicher Maceration und Auskochung in 5%iger Sodalösung mit einer Gelatinelösung, die mit Zinnober vermischt war, aus. Mit Hilfe einer Spritze wurde die Masse in die Hohlräume gepreßt.

Moral 1914, füllte die Zähne mit chinesischer Tusche, nachdem er sie gründlich maceriert, mit Wasserstoffsuperoxyd gebleicht, gewässert und getrocknet hatte. In der feuchten Kammer mußte nach seiner Ansicht die Tusche ohne weiteres in die auf Glasplatten aufgeklebten Zähne eindringen. Die Präparate wurden dann in 15%iger Salpetersäure entkalkt und nach *Krause* in konzentrierter Karbolsäure aufgehellt. Die Tusche soll sich zum Ausfüllen der Wurzelkanäle besonders gut eignen, weil sie zurückgebliebene Weichteile durchdringt, die vielfach, wie Moral behauptet, nicht mit Sicherheit entfernt werden könnten. Zur Untersuchung kamen obere erste und zweite Molaren, bei denen er besonders die Anatomie des Pulpencavums mit den Eingängen in die verschiedenen Kanäle beschrieb. Moral fiel ebenfalls die Auffaserung der Pulpa an der Wurzelspitze auf und auch er stellte wie Fischer fest, daß sich die Molaren wegen der schwierigen und engen Kanalverhältnisse nicht für die Exstirpation eignen. Seine Methode hatte den Nachteil, daß die Tusche nicht nur in die zurückgebliebenen Pulpenweichteile, sondern auch in die feinen Dentinkanälchen eindringen konnte.

Als bedeutendste Arbeit auf dem Gebiet der Erforschung der Anatomie der Wurzelkanäle kann wohl bis heute die von *Hess* 1917 angesehen werden. In umfangreichen Untersuchungen zu seiner Habilitationsschrift „Die Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Gebisses" wandte er sich zur Darstellung des Pulpenhohlraumes wieder einer Modifikation des Preiswerk-Fischerschen Prinzips zu. Hess prüfte die verschiedenen Methoden nach und fand sie nicht sehr geeignet zur Untersuchung eines größeren Materials. Er führte deshalb nach eigener Methode seine groß angelegten Untersuchungen durch, die sich auf ein Material von 2800 Zähnen erstreckten. Die Zähne wurden zunächst 3—4 Monate in Brunnenwasser maceriert und dann mit einer 40%igen warmen Sodalösung durchspritzt, um dadurch die Kanäle von zurückgebliebenen Pulparesten zu befreien. Nach Einbettung in die Küvette wurden sie mit weichem Kautschuk gestopft und nach Einpressung des Kautschuks vulkanisiert. Nach erfolgter Vulkanisation wurde die Zahnsubstanz in 50%iger Salzsäure aufgelöst. Hess kommt zu demselben Resultat wie Fischer, teilt aber nach seinen Präparaten die Differenzierungsgebilde anders ein als Fischer. Er unterscheidet

1. Dentinscheidewände im Innern der Wurzelkanäle.
2. Feine Verzweigungen im apicalen Bezirk der Wurzelkanäle.
3. Markkanäle in verschiedener Höhe der Wurzel.

Nach seiner Ansicht sind im Alter von 12 bis 20 Jahren die apicalen Verästelungen am wenigsten anzutreffen, von 20 bis 40 Jahren am meisten. Von 40 bis 50 Jahren findet man bei einwurzeligen Zähnen weniger, bei mehrwurzeligen Zähnen mehr apicale Verästelungen. Hess stellt weiter prozentual die Zahl der Kanäle, der apicalen Verästelung und Markkanäle an den verschiedenen Zahngattungen fest. Mit Hilfe von angefertigten mikroskopischen Präparaten beweist er die Richtigkeit seiner makroskopischen Präparate. Mikroskopisch fand er nach Untersuchung von 50 Zähnen an 48 apicale Verzweigungen.

Rottenbiller, 1918, behauptet an einem Material von 600 Zähnen nur 2 mal Wurzelramifikationen gefunden zu haben. Histologisch war nach seinen Angaben überhaupt keine Verzweigungen nachweisbar. Er tritt ein für die Exstirpationsmethode, da seine Untersuchung das Gegenteil von Preiswerk, Fischer und Hess gezeigt hätten. Hess erwidert und glaubt „die Resultate Rottenbillers nur durch das kleine Untersuchungsmaterial und vielleicht auch zum größten Teil durch die ungenügende Technik erklären zu können".

Feiler tritt ein für die Exstirpationsmethode. An einer Anzahl von oberen und unteren Molaren entfernt er mit Hilfe von Donaldsondnadel und Kerschenbohrer die Pulpa. Die Zähne füllt

er nach eigener Methode derart, daß er die Kanäle durch Millernadeln mit Thioform-Kreolin vollpumpt und sie danach mit Guttaperchastiften, die zum Verbinden mit den Wänden in Chloropercha getaucht sind, abschließt. Er glaubt durch die von ihm angefertigten Korrosionspräparate, die nach seiner eigenen Methode und auch verschiedentlich nach dem Preiswerkschen Vorgang angefertigt worden sind, den Beweis gebracht zu haben, daß es ihm in jedem Falle gelingen würde, die Pulpa vollkommen zu entfernen. Weiter untersucht er die Wurzelspitzen verschiedener Zähne mit Hilfe der Lupe, nachdem er sie einige Zeit in Antiforminlösung gelegt hatte, die die organischen Substanzen auflösen sollte. Er wollte den Verlauf der kleinen Verästelungen bis zum Hauptkanal verfolgen und stellte zu diesem Zweck Längs- und Querschnitte her, indem er durch Schleifen mit feinen Sandpapierscheiben unter ständiger Kontrolle der Kanäle immer mehr von der Oberfläche der Wurzel wegnahm. Eine Verbindung der feinen Kanälchen mit dem Hauptkanal konnte er dabei nicht feststellen. Er glaubt, daß es sich bei dem von Fischer für zahlreiche Foramina apacalia gehaltene Öffnungen um Kunstprodukte handelt, die hervorgerufen sind durch die vorhergehende Maceration des Zahnes. Es sind nach seiner Ansicht nur Arrosionen der Oberfläche des Zahnes. Durch seine Korrosionspräparate bestätigt er aber dieselben „Verästelungen, Querbrücken und inselartige Aussparungen im Gewebe, wie sie bei dem durch Maceration gewonnenen Präparaten zutage traten".

Türkheim, 1922, ließ die Pulpa in ihrer ganzen ursprünglichen Form bestehen. Er entkalkte die Hartsubstanzen der Zähne in 15%iger Salpetersäure und brachte sie vollkommen zur Auflösung. Als Resultat fand er besonders bei Molaren: Brücken, Seitenkanälchen, Parallelstränge und an der Wurzelspitze Auffaserung.

Zürcher, 1922, untersuchte nach der Methode von Hess die Anatomie des Milchgebisses und der Sechsjahr-Molaren an einer Anzahl von Zähnen und bestätigte dessen Angaben.

Djerassi, 1922, hatte es sich zur Aufgabe gemacht, die bekannten Ergebnisse von Preiswerk, Fischer und Hess über die feinere Anatomie der Pulpa menschlicher Zähne auf ihre Richtigkeit nachzuprüfen. Mittels folgender Wege suchte er sein Ziel zu erreichen:

1. Herstellung von Korrosionspräparaten,
2. Herstellung von Schliffen,
3. einfacher Schnitte in verschiedener Richtung der Zähne,
4. Abspülung der organischen Gerüstes des Dentins aus den Zähnen (Verfahren von Türkheim),
5. Herstellung von Serienschnitten,

6. Röntgenbilder,
7. Diapositive,
8. Stereoskopische Röntgenaufnahmen.

Djerassi fertigte seine Präparate nach den bisher beschriebenen einzelnen Methoden an und verglich sie mit den Resultaten der verschiedenen Autoren. Diese Methoden konnten ihn nicht davon überzeugen, daß regelmäßig Verästelungen im Wurzelkanal, bezw. an der Wurzelspitze, bestehen. Er gesteht aber selber in vielen Fällen Ramifikationen gefunden zu haben, und zwar meistens bei Zähnen, die eine Pulpa- oder Wurzelhauterkrankung durchgemacht haben. Mit seinen eigenen Befunden glaubt er ebenfalls die Behauptung von Hess, daß unter 50 Präparaten 48 Differenzierungen vorkommen, widerlegen zu können. Andererseits gibt er aber wieder zu, daß die Hälfte solche Abweichungen zeigen könnte, die aber nur als Abnormitäten zu betrachten wären. Das Gesamtergebnis der Untersuchungen von Djerassi ist eigentlich genau das gleiche, wie das der anderen Autoren, nämlich, „daß in gewissen Wurzelkanälen Stenosen sowie Verästelungen vorkommen". *Lenhossék*, 1922, füllt Zähne mit Gelatine, Berliner Blau und hellt sie nach *Spalteholz* auf. Seine Resultate stimmen mit denen von Fischer und Hess überein.

Junghenn, 1924, benutzte eine Paraffinlösung mit Zinnober, um die Pulpa darzustellen und hellte in klarer Karbolsäure die völlig entkalkten Zähne auf. Von 20 untersuchten Zähnen zeigten 14 die festgehaltenen Besonderheiten im Bau der Wurzelkanäle. Er schreibt zu seinen Präparaten: „Die Ausfüllung der Kanäle und ihre Ramifikationen macht durch die schöne, bildhafte Darstellung den Eindruck der größten Vollkommenheit. Mit Recht kann man zu der Wahrhaftigkeit der gewonnenen Präparate das größte Vertrauen haben". Weiter schreibt er: „Ich mußte die Überzeugung gewinnen, daß die von Preiswerk, Fischer und Hess aufgestellten Thesen über die Besonderheiten im anatomischen Bau der Wurzelkanäle zu Recht bestehen und daß im Gegensatz zu den Resultaten, die Rottenbiller und Djerassi bei ihren Nachprüfungen fanden, seitliche Verzweigungen im ganzen Verlauf der Wurzel, sowie deltaförmige Aufteilungen im Bereich des Foramen apicale und unregelmäßige, inselartige Kanalteilungen häufig vorkommen".

Schwarz, 1925, beweist durch seine Untersuchungen, daß apicale Verzweigungen, Querbrücken und Inselbildungen nicht nur bei den Europäern vorkommen, sondern auch bei den primitivsten Völkern. Diese Differenzierungen sind also nach seiner Ansicht nicht durch die Kultur bedingt und auch kein Rassenmerkmal, sondern lassen sich mit Sicherheit bei allen Menschen finden.

Greve, 1926, führte seine Nachforschungen an Hand von mikroskopischen Schnitten durch. Das Hauptgewicht verlegte er

bei seinen Beobachtungen auf die Resorptionslakunen, die an den Wänden im Innern der Kanäle als Folge von eitrigen Pulpitiden oder Gangrän auftreten. Alle pathologischen Pulpazustände führen zu kalkigen Neubildungen innerhalb der Wurzelkanäle, entweder zu interstitiellen oder wandständigen Kalkablagerungen. Die Verzweigungen und Teilungen der Wurzelkanäle führt er demnach auf den Anbau von sekundärem Dentin zurück.

Greve unterscheidet folgende Anomalien der Pulpakanäle:

1. Neben- oder Markkanäle.
2. Endverzweigungen.
3. Innere Verbauung durch wandständige oder freie Dentikel, sowie durch Kalkschollen.
4. Resorptionslakunen.

Keller, 1928, hat in seiner Arbeit die Anatomie der Wurzelkanäle menschlicher Zähne nach der Methode von *Lenhossék*, verbunden mit der Aufhellungsmethode von Spalteholz, nachgeprüft. Er kehrte das Verfahren von Lenhossék um, entkalkte zuerst die Zähne und füllte sie erst danach aus. Seine Resultate bestätigen die Beobachtungen von Fischer, Hess usw.

Münch hat in seinem 1931 erschienenen Lehrbuch „Klinik der konservierenden Zahnheilkunde" auf die schwierigen Verhältnisse in den Wurzelkanälen bei Pulpaexstirpation hingewiesen. Nach seiner Ansicht ist eine vollständige Entfernung der Pulpa sehr oft unmöglich. Es werden immer Reste in den Wurzelkanälen zurückbleiben. Er schreibt: „Dort wird also auch immer Pulpagewebe und zwar meist infiziertes zurückbleiben", und „rechnet man noch Reizdentin, Dentikelbildungen und Verkalkungen dazu, welche der Pulpaexstirpation hindernd im Wege stehen, wenn sie diese nicht teilweise überhaupt unmöglich machen, so ist es ohne weiteres klar, daß es sich auch bei der sogenannten Totalexstirpation der Pulpa fast immer um eine Amputation im weiteren Sinne handelt". Eine Anzahl von abgebildeten Wurzelfüllungen lassen deutlich apicale Verzweigungen von Seitenkanälen erkennen.

Schulz, 1932, stellt an einer Reihe von Zähnen Serienschnitte her. Nach seinen Untersuchungen zeigen die Wurzelkanäle der unteren Prämolaren in 70% der Fälle keinen einheitlichen Wurzelausgang, sondern lösen sich in viele, kleine Endkanälchen auf. Dasselbe gilt für die mittleren oberen Schneidezähne. Alle anderen Besonderheiten im Bau der Wurzelkanäle bestätigt er ebenfalls und stellt sie prozentual fest.

Richter, 1936, findet auf neuem Wege an 120 von 214 untersuchten Zähnen Ramifikationen vor. Er füllte die macerierten Zähne mit Hilfe einer eigens hierzu konstruierten Apparatur mit

metallischem Quecksilber und fertigte von den so ausgefüllten Zähnen Röntgenaufnahmen an. Seine veröffentlichten Abbildungen lassen den komplizierten Bau der einzelnen Wurzelkanäle sehr deutlich erkennen.

Besonders wichtig ist die entwicklungsgeschichtliche Betrachtung der Frage der Ramifikation an der Wurzelspitze. Die Bilddung der Wurzel des Zahnes geht erst dann vor sich, wenn die Krone nahezu fertig ist. In diesem Stadium der Entwicklung ist das Gewebe am Wurzelende noch in einem embryonalen Zustande. Erst nach dem Durchbruch der Krone bildet sich die Wurzelspitze allmählich aus. In der weiteren Entwicklung stellt die jung gebildete Wurzelspitze zuerst ein weites, geräumiges Foramen dar, das erst allmählich durch Anbau von Dentin-Zementgewebe eine Verengung erfährt. Diese Verengung geht so vor sich, daß von außen her Zement abgelagert wird, im Innern der Wurzel mehr und mehr Dentin gebildet wird, das von innen her an der Wurzelwand angelagert wird. Das Lumen der Wurzelspitze wird auf diese Weise immer mehr verengt, bis noch so viel Raum übrig bleibt, wie die eintretenden Nerven und Gefäße beanspruchen. Man findet also bei jugendlichen Zähnen recht weite und geräumige Foramina apicalia vor. Bei der Wurzelbehandlung solcher Zähne ist die größte Vorsicht geboten.

Fischer und Hess vertreten die Ansicht, daß die Differenzierung der Pulpahohlräume rein physiologisch beginnt und während des ganzen Lebens fortgesetzt wird. Im Gegensatz zu Hess glaubt aber Fischer, daß bei der Verengung des Wurzelkanallumens auch pathologische Prozesse mitspielen können. Von dem Einschnürungsprozeß der Pulpa schreibt Fischer: „Dieser Einschnürungsprozeß schafft eben vorzugsweise bei allen Wurzelformen mit breiten, seitlich komprimierten Wänden durch regelmäßig und unregelmäßig geartete Auflagerungen auf gegenüberliegende Wandschichten in der vorher massigen Pulpa ein Verzweigungssystem von Kalkablagerungen das wieder umso komplizierter auftritt, je irregulärer die beteiligten Faktoren beim Wachstumsprozeß funktioniert haben.

Greve und vor allem Djerassi halten die Ramifikation für Abnormitäten. Sie entstehen nach Djerassi durch Hemmungsvorgänge der Entwicklung, durch Spaltung von Keimen usw. Auf diese Weise käme es zu Teilungen der Wurzelkanäle und zur Bildung von accessorischen Ästen. Weiter macht er krankhafte Prozesse, die sich von aussen her an der Wurzel abspielen, für das Entstehen der Verästelungen verantwortlich.

Betrachtet man die Resultate der einzelnen Arbeiten, so kommt man zu der Feststellung, daß der weitaus größte Teil der Autoren auf verschiedenen Wegen zu demselben Ergebnis

gekommen ist. Das Bestehen der Ramifikationen kann wohl heute nicht mehr angezweifelt werden.

Eigene Untersuchungen.

Meine Aufgabe war es nun, Zähne, deren Pulpa mit Hilfe der üblichen Wurzelbehandlungsinstrumente entfernt war, nach Ramifikationen zu untersuchen.

Zu diesem Zweck sammelte ich Zähne mit noch gesunder Pulpa und legte sie sofort nach der Extraktion in Formalin. Daraufhin wurde entweder die Krone abgeschnitten oder das Pulpenkavum vollkommen freigelegt. Mit Hilfe der üblichen Wurzelbehandlungsinstrumente entfernte ich dann die Pulpa und säuberte sorgfältig die einzelnen Kanäle. Nach kurzem Alkoholbad ließ ich die Zähne einige Zeit trocknen. Jetzt versuchte ich mit verschiedenen leicht fließenden Metallen die so vorbehandelten Zähne auszugießen, mußte aber immer wieder feststellen, daß entweder das Metall nicht sehr weit in die Kanäle eingedrungen war oder der Zahn infolge zu starker Erhitzung Sprünge aufwies. Schließlich fand ich das schon von Preiswerk benutzte Woodmetall als das geeignetste. Ungefähr 30 wahllos ausgesuchte Zähne versah ich kronenwärts mit Papiertrichtern, die ich an den Zahn anleimte. Die Wurzelspitzen wurden mit Löschpapier umklebt, um das Eindringen von Gips in die feinen Öffnungen der Wurzelspitze beim Einbetten zu vermeiden. Je 3 Zähne wurden so in einem Gipsblock eingebettet. Diesen Gipsblock ließ ich nun vollkommen trocknen und wärmte ihn im Sandbad ganz allmählich vor, bis ein in den Papiertrichter eines Zahnes liegendes Woodmetallstückchen anfing zu schmelzen. In diesem Moment wurde etwas flüssiges Metall in die einzelnen Trichter gegossen und mit Hilfe einer Schleuder in die Wurzelkanäle hineingetrieben. Ganz langsam ließ ich nun alles abkühlen und erst am nächsten Tage nahm ich den Gipsblock aus dem Sandbad heraus und löste vorsichtig die Zähne ab. Fand ich zwischen Papier und Zahn an der Wurzelspitze eine dünne Metallschicht vor, so mußte nach meiner Ansicht das Metall hineingeflossen und den Pulpahohlraum gut ausgefüllt haben. Auf diese Weise goß ich sämtliche Zähne aus und säuberte sie am Schluß von allem überschüssigen Metall. Von den Zähnen fertigte ich nun in verschiedenen Lagen Röntgenbilder an und fand bei 6 Zähnen Verästelungen der Pulpa vor. An verschiedenen Zähnen, besonders an Molaren war das Metall nicht ganz in die Kanäle hineingeflossen, weil noch Pulpareste vorhanden waren, die mit den Exstirpationsnadeln nicht entfernt werden konnten. An anderen Zähnen wieder sah man Aussparungen in Metall, von denen aber nicht mit Sicherheit behauptet werden konnte, ob das Metall nicht vollkommen ausgeflossen war oder ob es sich um Kalkablagerungen an der be-

treffenden Stelle handelte. Die Schwierigkeiten, die sich mir beim Ausgießen der Zähne entgegenstellten, zeigten eine Anzahl von Zähnen, an denen der größte Teil der Kanäle ausgeflossen, sogar die Wurzelspitze ausgefüllt, aber die einzelnen Kanäle in der Mitte nicht ausgeflossen waren. Jedenfalls spielte dabei die Kontraktion des Metalles beim Erkälten eine Rolle.

Bei meinen Untersuchungen fand ich an 6 Zähnen feine Verzweigungen der Pulpa an der Wurzelspitze. Markkanäle in verschiedener Höhe der Pulpa und Querbrückensysteme, wie sie Fischer und Hess feststellten, fand ich nicht. Ich glaube aber, daß bei einer genügenden Maceration der behandelten Zähne diese auch aufgefunden worden wären. Ich mußte bei meinen Untersuchungen immer wieder feststellen, daß zum größten Teil, besonders bei den Molaren, die Pulpa nicht vollständig entfernt werden konnte mit Hilfe der gebräuchlichen Instrumente. Für diese Zähne ist nach meiner Ansicht im gegebenen Falle z. B. bei operativ freigelegter Pulpa, bei Pulpahyperämie oder partieller Pulpitis wegen der ungewissen anatomischen Verhältnisse im Wurzelkanal die Amputation angebracht. Besonders *Münch* ist es, der sich für die Amputation einsetzt und die vielen guten Erfolge nach seiner Methode sprechen nur dafür. In allen Fällen, bei denen die Pulpaerkrankung eine Amputation nicht mehr erlaubt, und bei der Wurzelbehandlung von einwurzeligen Zähnen muß man darnach trachten, möglichst viel von der Pulpa herauszubekommen und die in der Restpulpa befindlichen Mikroorganismen therapeutisch so zu beeinflussen, daß sie für immer reaktionslos bleiben.

Zusammenfassung.

Meine Untersuchungen bestätigen das Vorkommen von Ramifikationen an Zahnwurzeln. Daß diese Verästelungen der Pulpa nicht nur, wie Greve und Djerassi annahmen, an Zähnen mit kranker Pulpa anzutreffen sind, beweisen meine Versuche, die sich fast ausschließlich auf Untersuchung der Zähne mit gesunder Pulpa erstreckten. Ferner mußte ich im Gegensatz zu Rottenbiller und Feiler feststellen, daß eine vollständige Entfernung der Pulpa mit Hilfe der übrigen Instrumente nur in den seltensten Fällen gelingt.

Zum Schluß dieser Arbeit gestatte ich mir, Herrn Professor Dr. M ü n c h für die freundliche Überlassung der Arbeit sowie für die Übernahme des Referats meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Ehrenwörtliche Erklärung.

Hierdurch versichere ich ehrenwörtlich, daß ich vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe verfaßt habe und außer dem angegebenen Schrifttum keine anderen Quellen benützt habe.

Otto Rosenthal.

Literatur

Adloff: Über das Durchsichtigmachen von Zähnen und unserer Wurzelfüllungsmethoden. D. M. f. Zhk. 1913.

Adrion, Walter: Histologische Untersuchungen des apicalen Paradentismus, auch im Hinblick auf die Wurzelbehandlungsmethoden. D. Z. W. 1932.

Baumgartner: Ergebnisse histologischer Untersuchungen der Wurzelspitze nach durchgeführter Wurzelbehandlung. D. M. f. Z. 1909.

Boenecken: Zur Therapie der Pulpakrankheiten. D. M. Z. 1912.

Djerassi: Die Verästelungen des apikalen Wurzelkanals nebst Folgerungen, die sich daraus ergeben. Vjsch r. f.Zhk. 1922.

Feiler: Korrosionspräparate und Wurzelbehandlung. D. M. f.Zhk. 1910/1911.

Feiler: Die Therapie der Pulpakrankheiten mit besonderer Berücksichtigung der Exstirpationsmethode. D. M. f. Zhk. 1912.

Feiler: Zur Anatomie des Foramen apicale. D. M. f. Zhk. 1915.

Fischer: Über die feinere Anatomie der Wurzelkanäle menschlicher Zähne. D. M. f. Zhk. 1907.

Fischer: Der heutige Stand der Wurzelbehandlung mit Rücksicht auf die feinere Anatomie menschlicher Wurzelkanäle, insbes. am Foramen apicale. D. M. f. Zhk. 1912.

Fischer: Erwiderung auf die Arbeit von Djerassi, Vjschr. f. Zhk. 1923.

Fischer: Bau und Entwicklung der Mundhöhle des Menschen. Leipzig 1909, Verlag Klinkhard.

Greve: Über An- und Abbau der Zahngewebe. Z. R. 1926.

Hess: Zur Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Gebisses mit Berücksichtigung der feineren Verzweigungen am Foramen apicale. Schweiz. Vjschr. f. Zhk. 1917.

Hess: Zur Frage der Wurzelramifikationen. Wiener Vjschr. f. Zhk. 1919.

Junghenn: Die Darstellung der Pulpa und ihre Ramifikationen bei menschlichen Zähnen. Ergebnisse der gesamten Zahnheilkunde, 1924.

Keller: Untersuchungen zur Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Gebisses nach dem Aufhellverfahren. Schweiz, Mschr. f. Zhk. 1928.

Lenhosséc: Makroskopische Anatomie zur genauen Kenntnis der Wurzelkanäle. Handb. d. Zhk. von J. Scheff, 1922.

Loos: Topographie der Pulpahöhle mit Rücksicht auf die Präparation der Kavität. Oesterr. Ungar. Vjschr. f. Zhk. 1909.

Miller: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde, 1904, Leipzig, Thieme.

Moral: Über Pulpenausgüsse. Dtsch. Mschr. f. Zhk. 1914.

Moral: Über das Vorkommen eines vierten Kanals im oberen Molaren. Oesterr.-Ungar. Vjschr. 1915.

Mühlreiter: Anatomie des menschlichen Gebisses, 1891, Lpzg.

Müller: Pulpitis und Markkanäle. Schweiz. Msch. f. Zhk. 1925.

Münch: Klinik der konservierenden Zahnheilkunde, Leipzig 1931. Verlag Thieme.

Münch: Die Pulpaamputation, zugleich eine histologische Wurzelfüllung. Z. R. 1932.

Münch: Über die histologischen Vorgänge an amputierten Pulpen. Zeitschr. f. Stomat. 1932.

Port: Die Wurzelkanäle der unteren Molaren und oberen zweiten Prämolaren. Oesterr.-Ungar. Vjschr. f. Zhk. 1905.

Preiswerk: Lehrbuch und Atlas der Zahnheilkunde mit Einschluß der Mundkrankheiten. 1901. Verlag Lehmann, München.

Preiswerk: Die Pulpaamputation, eine klinische pathologische und bakteriologische Studie. Oesterr. - Ungar. Vjschr. f. Zhk. 1901.

Richter: Die Verästelungen des Wurzelkanals. D. Z. W. 1936.

Rottenbiller: Zur Frage der Wurzelkanalramifikation. Oesterr.-Ungar. Vjschr. f. Zhk. 1918.

Schulz: Ramifikation an den Wurzelkanälen menschlicher Zähne, speziell an Frontzähnen und Prämolaren. D. Z. W. 1933.

Schwarz: Kiefer und Zähne der Melanesier in morphologischer und morphogenetischer Beziehung. Schweiz. Mschr. f. Zahnheilk. 1925.

Stitzel: Experimentelle und histologische Untersuchungen zur Frage der Totalexstirpation der Pulpa mit besonderer Berücksichtigung des Verhaltens des periapikalen Gewebe zum Wurzelkanalinhalt. Vjschr. f. Zhk. 1922.

Türkheim: Untersuchungen der Wurzelbehandlung. D. Mschr. f. Zhk. 1922.

Zürcher: Zur Anatomie der Wurzelkanäle des menschlichen Milchgebisses und der Sechsjahrmolaren. Schweiz. Mschr. f. Zhk. 1922.

Lebenslauf.

Am 28. Juni 1911 wurde ich, Otto Rosenthal, zu Dingelstädt im Eichsfeld geboren als Sohn des Mühlenbesitzers Johannes Rosenthal und seiner Ehefrau Anna, geb. Schneider. Nach Besuch der Volksschule und dann der städtischen Rektoratsschule in Dingelstädt ging ich 1926 auf das staatliche Gymnasium in Heiligenstadt/Eichsfeld und legte dort 1930 die Reifeprüfung ab. Danach war ich zwei Jahre in einem praktischen Beruf tätig. 1932 wandte ich mich dann dem zahnmedizinischen Studium zu, studierte in Würzburg und erhielt die Approbation als Zahnarzt daselbst im Mai 1936. Von 1936 bis 1938 war ich als Assistent tätig.

Würzburg im Mai 1938.